

# アルミニウムナノ構造のトポロジー最適化と深紫外キラルプラズモニックナノアンテナ設計

## Designing DUV Chiral Plasmonic Nanostructures via Aluminum-Based Topology Optimization

北大電子研<sup>1</sup> ○ 田口 敦清<sup>1</sup>、笹木 敬司<sup>1</sup>

Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, ○Atsushi Taguchi<sup>1</sup>, Keiji Sasaki<sup>1</sup>

E-mail: taguchi@es.hokudai.ac.jp

トポロジー最適化は、所望の物理条件を満足する形状を機械的に導き出す構造設計技術で、近年、光学において導波路問題等に活用されている [1]。我々はトポロジー最適化をキラルナノアンテナ構造の設計に応用し、円偏光を照射した際にナノギャップでの電場強度を最大化する誘電体キラルギャップアンテナ構造を導出した [2, 3]。このナノギャップアンテナの近接場強度は、入射する円偏光の左右の向きに対して高い非対称性を示し、近接場強度の異方性因子 ( $g$  因子) は約 1.7 となった [3]。また、ナノスケールの誘電体ギャップ構造内で、光学的キラリティ密度が著しく増大することを示した [3]。

本講演では、トポロジー最適化に基づくキラルアンテナ構造設計をプラズモニック金属に拡張することを目的とする。材料の誘電関数は、誘電体では実数値であるのと異なり、金属材料では複素数となる。この違いにより、最適化の対象材料が金属になった場合、トポロジー最適化アルゴリズムの収束性が悪化するという問題があった。そこで、この課題を克服すべく、本研究では、誘電率ではなく屈折率に基づいて設計変数を補間するアプローチを採用した [4]。その結果、収束の停滞を上手く回避し、金属のキラルギャップアンテナのトポロジー設計に成功した。特に、深紫外領域で表面プラズモン共鳴を示すアルミニウムを用い [5, 6]、266 nm の波長に最適化された金属キラルギャップアンテナ構造を導出した。本成果により、深紫外光領域で顕著な吸収を示すタンパク質や薬剤分子に対し、円二色性分光法の高感度化が期待される。

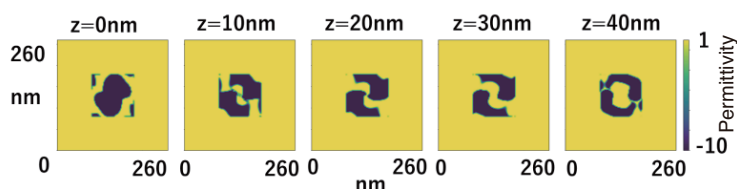


図1 Topology-optimized aluminum chiral nanogap structure designed for  $r$ -CPL at a wavelength of 266 nm.

## 参考文献

- [1] J. Lu, and J. Vučković, “Nanophotonic computational design,” *Opt. Exp.* **21**, 13351–13367 (2013).
- [2] A. Taguchi, Y. Fukui, K. Sasaki, “Inverse design finds chiral nanogap antennas,” *Proc. SPIE* **12606**, doi: 10.1117/12.3008330 (2023).
- [3] A. Taguchi, Y. Fukui, K. Sasaki, *arXiv:2402.10742*, doi: 10.48550/arXiv.2402.10742 (2024).
- [4] R.E. Christiansen, *et. al.* “A non-linear material interpolation for design of metallic nano-particles using topology optimization,” *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.* **343**, 23–29 (2019).
- [5] A. Taguchi, *et. al.* “Deep-UV tip-enhanced Raman scattering,” *J. Raman Spectrosc.* **40**, 1324–1330 (2009).
- [6] A. Taguchi, *et. al.* “Tailoring plasmon resonances in the deep-ultraviolet by size-tunable fabrication of aluminum nanostructures,” *Appl. Phys. Lett.* **101**, 081110 (2012).